

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 764 645

②1 N° d'enregistrement national : 97 07418

⑤1 Int Cl⁶ : F 02 K 9/10

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16.06.97.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.12.98 Bulletin 98/51.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE SOCIETE ANONYME — FR et SOCIETE NATIONALE DES POUDRES ET EXPLOSIFS — FR.

⑦2 Inventeur(s) : CALABRO MAX et THEPENIER JEAN.

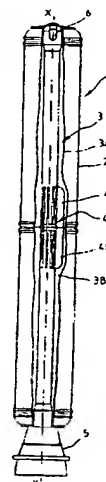
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BONNETAT.

⑤4 CHARGEMENT DE PROPERGOL SOLIDE POUR PROPULSEUR ET PROPULSEUR MUNI D'UN TEL CHARGEMENT.

⑤7 - La présente invention concerne un chargement de propergol solide pour propulseur (1), ce dernier comportant une enveloppe (2) enfermant ledit chargement (3) de propergol solide, sous forme de corps allongé ayant un axe longitudinal (X-X), lequel chargement (3) présente, sur une partie de son extension longitudinale, un profil (4) de chargement de propergol à grande surface de combustion, et est subdivisé, suivant ledit axe longitudinal (X-X), en au moins deux segments aboutés l'un à l'autre par leurs faces en regard respectives, ledit propulseur comportant de plus une tuyère (5) et des moyens d'allumage (6) dudit chargement.

- Selon l'invention, ledit profil (4) de chargement de propergol à grande surface de combustion est prévu en partie intermédiaire, suivant ledit axe longitudinal (X-X), dudit chargement (3) de propergol.



FR 2 764 645 - A1



La présente invention concerne un chargement de propergol solide pour propulseur, ainsi qu'un propulseur muni d'un tel chargement.

5 Quoique non exclusivement, l'invention s'applique plus particulièrement à un gros propulseur pour lanceur spatial.

Les systèmes de lancement spatiaux comportent assez souvent des gros propulseurs à propergols solides, généralement connus dans la technique spatiale sous le nom de "booster". Ceux-ci présentent des tailles variables de dix à plusieurs
10 centaines de tonnes suivant les systèmes de lancement.

En effet, un lanceur nécessite un fort niveau de poussée pendant la première partie de sa trajectoire, et la propulsion solide est le moyen le plus économique à ce jour pour répondre à ce besoin sous réserve de posséder les connaissances et les investissements matériels nécessaires.
15

Les plus gros propulseurs sont en général réalisés par morceaux (segments) afin de limiter le volume des investissements nécessaires. Par exemple, on connaît des gros propulseurs comportant trois segments dont un petit segment
20 de 30 tonnes et deux gros segments de 100 tonnes, ou quatre segments chacun d'une masse sensiblement équivalente (environ 125 tonnes).

On sait par ailleurs que la loi de poussée d'un gros propulseur fait l'objet d'un dimensionnement complexe ayant pour
25 but une optimisation globale du lanceur, ce qui se traduit toujours par un fort niveau de poussée initial poursuivi assez souvent par un creux pour éviter des pressions dynamiques trop fortes sur le lanceur engendrant un niveau élevé

de charges thermiques et mécaniques, et de forts besoins en braquage pour son pilotage.

La combustion d'un moteur à propergol solide se produisant par couches parallèles, le seul moyen pour répondre à la spécification de la loi de poussée est de créer un profil initial de chargement adéquat ayant une grande surface de combustion. En pratique, le niveau élevé de débit demandé sur la première partie de la trajectoire est obtenu par un profil de section transversale spécifique, par exemple en étoile, qui a la propriété de disparaître au bout du temps voulu.

Dans tous les gros propulseurs segmentés, ce profil est placé à l'avant du moteur (partie haute en position de service). Deux variantes de réalisation existent pour ledit profil, de section notamment étoilée :

- il peut être créé un segment plus petit spécifique pour faciliter la réalisation industrielle de ce profil (démoulage en une seule opération), mais au détriment de la performance (l'existence de segments inégaux entraîne la nécessité de fabriquer au moins un segment supplémentaire),
- le profil peut nécessiter un noyau à démonter par morceaux après coulée, ce qui représente une source d'accroissement du coût récurrent.

On connaît encore des gros propulseurs "monoblocs", qui s'inspirent des techniques les plus modernes développées pour la propulsion militaire, dont le profil est placé à l'arrière. Le propulseur "monobloc" le plus gros actuellement en développement ne dépasse cependant pas 60 tonnes.

L'invention a pour but d'éviter les inconvénients des propulseurs classiques évoqués ci-dessus, grâce à un chargement de propergol solide conçu de façon originale.

A cet effet, le chargement de propergol solide pour propulseur, ce dernier comportant une enveloppe enfermant ledit chargement de propergol solide, sous forme de corps allongé ayant un axe longitudinal, lequel chargement présente, sur
5 une partie de son extension longitudinale, un profil de chargement de propergol à grande surface de combustion, et est subdivisé, suivant ledit axe longitudinal, en au moins deux segments aboutés l'un à l'autre par leurs faces en regard respectives, ledit propulseur comportant de plus une
10 tuyère et des moyens d'allumage dudit chargement, est remarquable, selon l'invention, en ce que ledit profil de chargement de propergol à grande surface de combustion est prévu en partie intermédiaire, suivant ledit axe longitudinal, dudit chargement de propergol.

15 Le fait de reculer le profil de chargement de propergol à grande surface de combustion de l'avant vers une partie intermédiaire du chargement permet d'obtenir un meilleur coefficient de remplissage en propergol, moins de dépôt d'alumine dans le fond arrière, ainsi qu'une meilleure
20 progressivité de la loi de poussée, ce qui entraîne un gain de performance. Par ailleurs, un tel profil prévu sensiblement "au milieu" du chargement crée une cavité nodale susceptible d'amortir les oscillations de poussée inhérentes à tout gros propulseur à propergol solide et, surtout,
25 limite la création d'une cavité à l'avant (antinodale) qui tend à amplifier lesdites oscillations. De plus, l'emploi de structures composites, sinon pénalisées par de trop nombreuses liaisons diamétrales, est facilité.

Le profil de chargement de propergol à grande surface de
30 combustion peut être avantageusement prévu, dans le cadre de la définition précédente, en différents emplacements du chargement.

Ainsi :

- le profil de chargement de propergol à grande surface de combustion peut être prévu à la partie arrière du segment avant dudit chargement,
 - 5 - le profil de chargement de propergol à grande surface de combustion peut être prévu à la partie avant du segment arrière dudit chargement, ou
 - le profil de chargement de propergol à grande surface de combustion peut être réparti à la partie arrière d'un segment avant et à la partie avant d'un segment arrière.
- 10 Dans ce dernier cas, et pour un chargement de propergol solide à trois segments, un segment central peut être disposé entre lesdits segments avant et arrière, lesdits segments avant et arrière pouvant être avantageusement identiques, aussi bien dans le cas d'un chargement à deux
- 15 segments que dans le cas d'un chargement à trois segments.

Par ailleurs, dans le cas d'un chargement de propergol solide à trois segments, ledit profil de chargement de propergol solide à grande surface de combustion peut être prévu à la partie arrière du segment central, les segments

20 avant et arrière dudit chargement étant alors avantageusement identiques.

Plus précisément, le profil à grande surface de combustion peut être prévu sur au plus la moitié et au moins le neuvième de la longueur totale du chargement, entre deux zones

25 interdites pour positionner ce profil : ces zones interdites s'étendent à l'avant et à l'arrière du chargement sur un sixième environ de la longueur totale du chargement. De plus, le profil à grande surface de combustion étant prévu sur un seul segment ou au plus sur deux segments du chargement, sur chacun des segments où il est prévu, le profil à

30 grande surface de combustion occupe au plus la moitié et, de préférence, le tiers de la longueur dudit segment et débouche sur une seule des extrémités dudit segment.

Pour un chargement comprenant deux ou trois segments :

- si le profil à grande surface de combustion est prévu sur le segment à l'avant du chargement, le profil est à l'arrière dudit segment avant,
- 5 - si le profil à grande surface de combustion est prévu sur le segment à l'arrière du chargement, le profil est à l'avant dudit segment arrière.

Pour un chargement comportant trois segments, lorsque le profil à grande surface de combustion est prévu sur le segment central du chargement, le profil à grande surface de combustion est à l'arrière dudit segment central.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

15 La figure 1 est une vue schématique, avec arrachement, d'un exemple de réalisation de gros propulseur à chargement de propergol solide selon l'invention.

Les figures 2A-2D illustrent, schématiquement, différents exemples de réalisation d'un chargement de propergol solide selon l'invention, constitué de deux segments.

Les figures 3A-3E montrent, schématiquement, différents exemples de réalisation d'un chargement de propergol solide selon l'invention, constitué de trois segments.

25 Les figures 4A-4D sont des sections transversales d'un gros propulseur montrant différents motifs de chargement de propergol.

Le propulseur 1, montré sur la figure 1, qui peut être notamment un gros propulseur pour lanceur spatial, comporte une enveloppe 2 enfermant un chargement 3 de propergol

solide, sous forme de corps allongé ayant un axe longitudinal X-X. Le chargement 3 présente, sur une partie de son extension longitudinale, un profil 4 de chargement de propergol à grande surface de combustion, pour les raisons
5 expliquées ci-dessus, et est subdivisé, dans cet exemple, suivant l'axe longitudinal X-X, en deux segments 3A, 3B aboutés l'un à l'autre par leurs faces en regard respectives.

Le propulseur 1 comporte de plus une tuyère 5 à l'extrémité
10 arrière du propulseur et des moyens d'allumage 6 du chargement 3 prévus à l'extrémité avant du propulseur. Considérant les définitions précédentes des extrémités "avant" et "arrière" du propulseur relativement aux emplacements de la tuyère 5 et des moyens d'allumage 6, on désignera ci-après
15 comme segment "avant" du chargement, le segment du chargement le plus proche de l'extrémité avant et comme segment "arrière", le segment le plus proche de l'extrémité arrière.

Plus particulièrement, selon l'invention, le profil 4 de chargement de propergol à grande surface de combustion est
20 disposé en partie intermédiaire, suivant l'axe longitudinal X-X, du chargement de propergol 3.

Le profil de chargement 4 peut présenter différents motifs en section transversale comme montré sur les figures 4A-4D. Parmi ceux-ci, la figure 4A illustre le motif étoilé 7A, la
25 figure 4B le motif en roue de wagon ("wagon wheel") 7B, la figure 4C le motif dit "finocyl" 7C, et la figure 4D le motif dit "trompette" ("trumpet") 7D. Ces motifs sont bien connus dans ce domaine technique et ne font pas partie en tant que tels de l'invention.

30 Différents exemples de réalisation d'un chargement 3 de propergol solide sont illustrés, d'une part, pour un chargement à deux segments 3A, 3B sur les figures 2A à 2D et,

d'autre part, pour un chargement à trois segments 3A, 3B, 3C sur les figures 3A à 3E.

Sur la figure 2A, le profil 4 de chargement de propergol à grande surface de combustion est prévu à la partie arrière du segment avant 3A. Sur la figure 2B, ledit profil 4 est prévu à la partie avant du segment arrière 3B. Sur la figure 2C (comme sur la figure 1), ledit profil 4 est réparti, en 4A et 4B, à la partie arrière du segment avant 3A et à la partie avant du segment arrière 3B. La figure 2D, semblable à la figure 2C, montre que l'on peut réaliser un chargement 3 de propergol solide à partir de deux segments identiques, diminuant ainsi les coûts de fabrication (mais disposés bien entendu de façon opposée).

Sur la figure 3A, le profil 4 de chargement de propergol à grande surface de combustion est prévu à la partie arrière du segment avant 3A. Sur la figure 3B, ledit profil 4 est prévu à la partie arrière du segment central 3B. Sur la figure 3C, ledit profil 4 est prévu à la partie avant du segment arrière 3C. La figure 3D illustre en fait une variante de réalisation du chargement 3 montré sur la figure 3B, dans laquelle les deux segments avant et arrière 3A et 3C sont réalisés de façon identique afin de diminuer les coûts de fabrication. Par ailleurs, sur la figure 3E, ledit profil 4 est réparti, en 4A et 4B, à la partie arrière du segment avant 3A et à la partie avant du segment arrière 3C avec interposition d'un segment central "classique" 3B.

L'invention permet de fabriquer un minimum de segments sensiblement égaux (éventuellement même identiques) tout en ayant un noyau démontable en bloc, ce qui permet de minimiser le nombre des liaisons, source de masses inutiles, et de diminuer les coûts de fabrication et d'investissement, et, de plus, d'optimiser les conditions d'utilisation de

matériaux composites dans le cas où des structures composites sont susceptibles d'être utilisées.

REVENDICATIONS

1. Chargement de propergol solide pour propulseur (1), ce dernier comportant une enveloppe (2) enfermant ledit chargement (3) de propergol solide, sous forme de corps allongé ayant un axe longitudinal (X-X), lequel chargement (3) présente, sur une partie de son extension longitudinale, un profil (4) de chargement de propergol à grande surface de combustion, et est subdivisé, suivant ledit axe longitudinal (X-X), en au moins deux segments aboutés l'un à l'autre par leurs faces en regard respectives, ledit propulseur comportant de plus une tuyère (5) et des moyens d'allumage (6) dudit chargement, caractérisé en ce que ledit profil (4) de chargement de propergol à grande surface de combustion est prévu en partie intermédiaire, suivant ledit axe longitudinal (X-X), dudit chargement (3) de propergol.
2. Chargement de propergol solide selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit profil (4) de chargement de propergol à grande surface de combustion est prévu à la partie arrière du segment avant (3A) dudit chargement (3).
3. Chargement de propergol solide selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit profil (4) de chargement de propergol à grande surface de combustion est prévu à la partie avant du segment arrière (3B ; 3C) dudit chargement (3).
4. Chargement de propergol solide selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit profil (4) de chargement de propergol à grande surface de combustion est réparti à la partie arrière d'un segment avant (3A) et à la partie avant d'un segment arrière (3B).

5 5. Chargement de propergol solide selon la revendication 4, caractérisé en ce que, dans le cas d'un chargement (3) de propergol solide à trois segments, un segment central (3B) est disposé entre lesdits segments avant (3A) et arrière (3C).

6. Chargement de propergol solide selon la revendication 4 ou la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits segments avant (3A) et arrière (3B ; 3C) sont identiques.

10 7. Chargement de propergol solide selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas d'un chargement (3) de propergol solide à trois segments, ledit profil (4) de chargement de propergol solide à grande surface de combustion est prévu à la partie arrière du segment central (3B).

15 8. Chargement de propergol solide selon la revendication 7, caractérisé en ce que les segments avant (3A) et arrière (3C) dudit chargement (3) sont identiques.

20 9. Chargement de propergol solide selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le profil à grande surface de combustion est prévu sur au plus la moitié et au moins le neuvième de la longueur totale du chargement, entre deux zones interdites pour positionner ce profil : ces zones interdites s'étendent à l'avant et à l'arrière du chargement sur un
25 sixième environ de la longueur totale du chargement.

10. Chargement de propergol solide selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le profil à grande surface de combustion étant prévu sur un seul segment ou au plus sur deux
30 segments du chargement, sur chacun des segments où il est prévu, le profil à grande surface de combustion occupe au

plus la moitié et, de préférence, le tiers de la longueur dudit segment et débouche sur une seule des extrémités dudit segment.

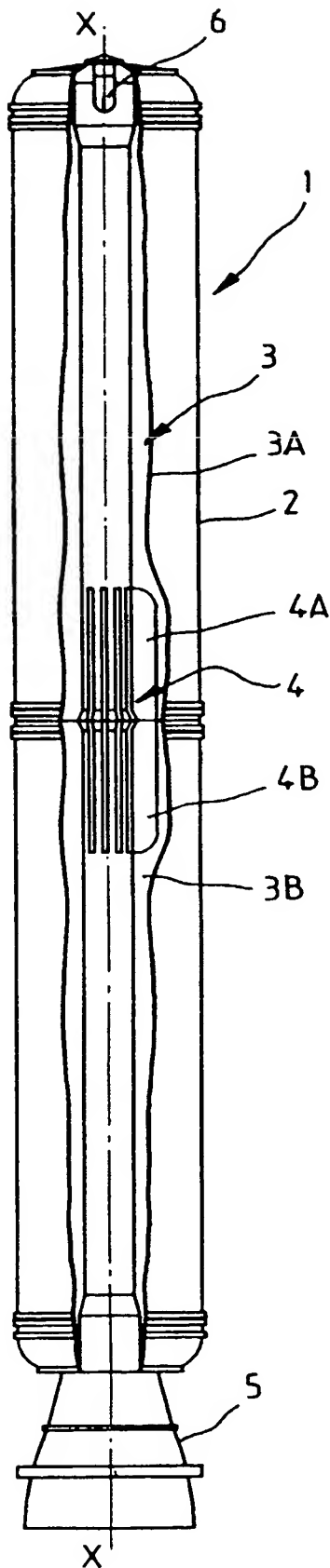
11. Chargement de propergol solide selon l'une des revendications 1 à 10,
5 caractérisé en ce que, pour un chargement comprenant deux ou trois segments :
- si le profil à grande surface de combustion est prévu sur le segment à l'avant du chargement, le profil est à
10 l'arrière dudit segment avant,
 - si le profil à grande surface de combustion est prévu sur le segment à l'arrière du chargement, le profil est à l'avant dudit segment arrière.

12. Chargement de propergol solide selon l'une des revendications 1 à 10,
15 caractérisé en ce que, pour un chargement comportant trois segments, lorsque le profil à grande surface de combustion est prévu sur le segment central du chargement, le profil à grande surface de combustion est à l'arrière dudit segment
20 central.

13. Propulseur, du type comportant une enveloppe (2) enfermant un chargement (3) de propergol solide longitudinalement segmentée, présentant un profil (4) de chargement de propergol solide à grande surface de combustion sur une partie de
25 son extension longitudinale, une tuyère (5), et des moyens d'allumage (6),
caractérisé en ce que ledit chargement (3) de propergol solide est tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

- 30 14. Propulseur selon la revendication 13,
caractérisé en ce que ledit propulseur (1) est un gros propulseur pour lanceur spatial.

FIG.1



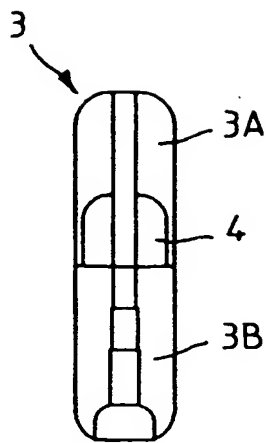


FIG. 2A

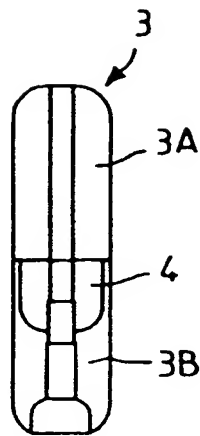


FIG. 2B

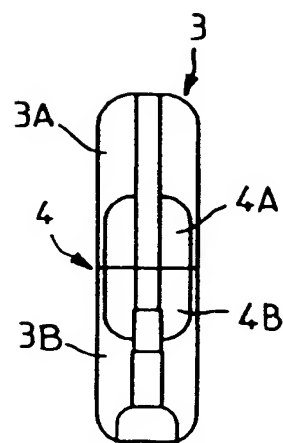


FIG. 2C

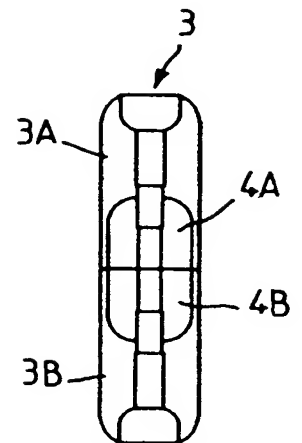


FIG. 2D

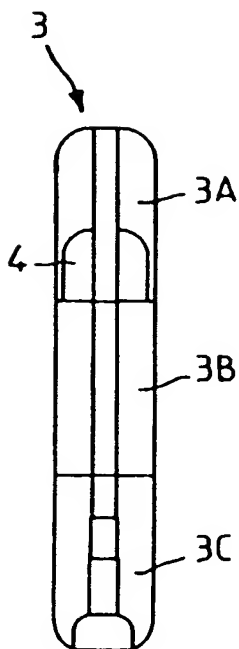


FIG. 3A

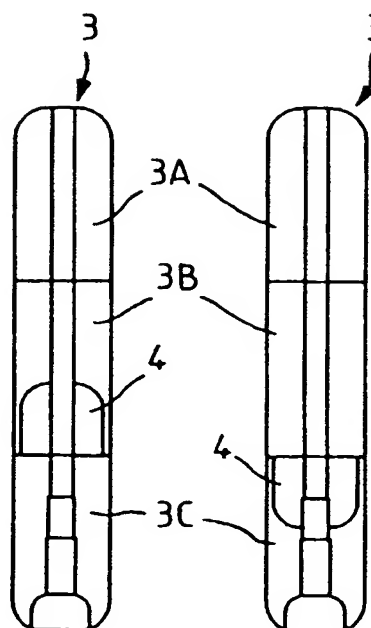


FIG. 3B

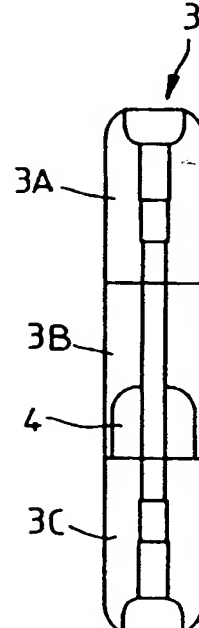


FIG. 3C

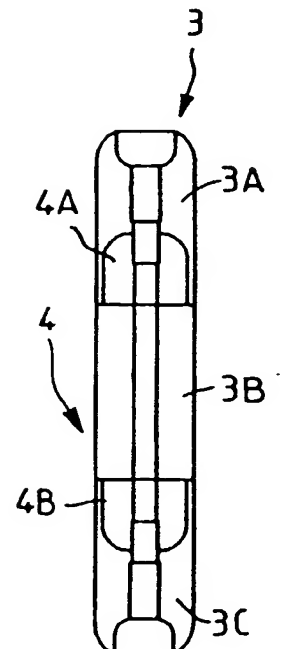


FIG. 3D

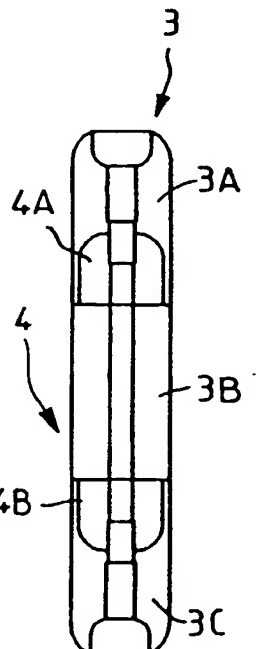


FIG. 3E

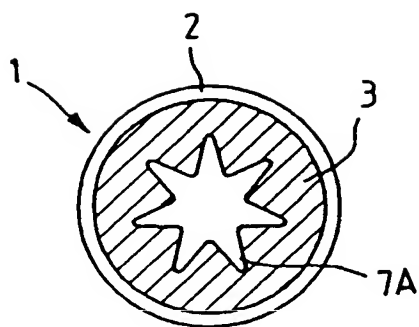


FIG. 4A

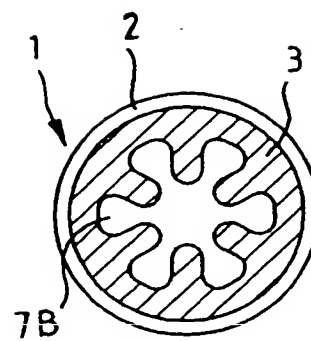


FIG. 4B

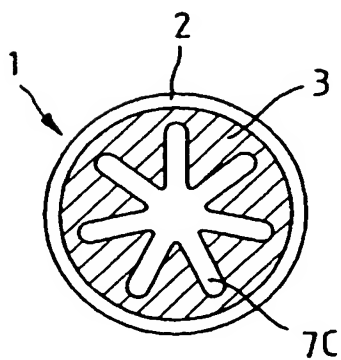


FIG. 4C

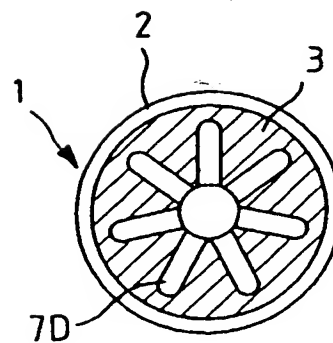


FIG. 4D

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 543710
FR 9707418

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	FR 1 058 495 A (SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE RECHERCHES INDUSTRIELLES ET MÉCANIQUES) 16 mars 1954 * revendications 1-3; figures 1-8 *	1
A	EP 0 059 142 A (POUDRES & EXPLOSIFS STE NALE) 1 septembre 1982 * figure 1 *	1
A	US 3 427 805 A (OSBURN ALBERT R) 18 février 1969 * figure 1 *	1
A	FR 1 336 757 A (ONERA) * figures 4,5 *	1
A	GB 2 218 494 A (POUDRES & EXPLOSIFS STE NALE ;AEROSPATIALE (FR)) 15 novembre 1989 * page 4, ligne 32 - page 5, ligne 2 * * page 8, ligne 33 - page 9, ligne 2; figure 1 *	1
A	DE 26 58 962 A (BELSEN JACOB N) 6 juillet 1978 * figure 1 *	
A	JOHNSTON W A: "METHOD FOR REDUCING STAGNATION PRESSURE LOSSES IN SEGMENTED SOLID ROCKET MOTORS" JOURNAL OF PROPULSION AND POWER, vol. 8, no. 3, 1 mai 1992, pages 720-721, XP000268300 * figure 1B *	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F02K F02N
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
4 mars 1998		Iverus, D
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

EPO FORM 1503 03.82 (P64C13)

